

## فهرست مطالب

۱	مقدمه .....
۲	۱- استخراج با فاز جامد .....
۳	۱-۲- دلایل جایگزینی استخراج با فاز جامد با استخراج مایع- مایع .....
۴	۱-۳- مراحل انجام استخراج با فاز جامد .....
۵	۱-۴- هدف از استخراج با فاز جامد .....
۶	۱-۵- خصوصیات فاز جامد .....
۷	۱-۶- انواع فازهای جامد .....
۸	۱-۷- ویژگیهای پلیمرهای قالب مولکولی .....
۹	۱-۸- مزایای روش .....
۹	۱-۹- کاربردهای استخراج با فاز جامد .....
۱۰	۲- میکرواستخراج با فاز جامد .....
۱۱	۲-۱- مزایای میکرو استخراج با فاز جامد .....
۱۲	۲-۲- پارامترهای بهینه‌سازی کردن میکرواستخراج با فاز جامد .....
۱۴	۲-۳- عوامل موثر بر مقدار ماده‌ی جذب شده .....
۱۵	۲-۴- انواع روشهای نمونه برداری .....
۱۵	۲-۵- انتخاب روش استخراج .....
۱۶	۲-۶- معایب میکرواستخراج با فاز جامد .....
۱۶	۲-۷- انواع فایبرها .....
۱۸	۲-۸- سنیتیک میکرواستخراج با فاز جامد .....
۱۸	۲-۹- انواع روشهای همزدن در میکرواستخراج با فاز جامد .....
۱۹	۲-۱۰- عوامل موثر بر میکرواستخراج با فاز جامد .....
۱۹	۲-۱۱- کاربردهای میکرواستخراج با فاز جامد .....
۲۱	۳- الکترو- میکرواستخراج با فاز جامد .....

- 
- 
- ۳-۱- بهینه سازی و آماده سازی فایبر ..... ۲۲
- ۳-۲- انتخاب نوع فایبر مغز مداد ..... ۲۲
- ۳-۳- تأثیر پتانسیل کاربردی در بازده الکترو- میکرواستخراج با فاز جامد ..... ۲۳
- ۳-۴- تأثیر نمک در بازده استخراج ..... ۲۵
- ۳-۵- تأثیر pH در ضریب استخراج ..... ۲۶
- ۳-۶- بهینه سازی سرعت هم زدن ..... ۲۷
- ۳-۷- بهینه کردن زمان و کاربرد پتانسیل ..... ۲۸
- ۳-۸- بهینه کردن دمای واجذب ..... ۲۸
- ۳-۹- ارزیابی انتخاب پذیری روش ..... ۲۹
- ۳-۱۰- روش تجزیه ای ..... ۳۰
- ۳-۱۱- نتیجه ..... ۳۱
- ۴- میکرواستخراج فاز جامد با فایبر پلیمرهای قالب مولکولی ..... ۳۲
- ۴-۱- کارایی استخراج ..... ۳۴
- ۵- استخراج نقطه‌ی ابری ..... ۳۵
- ۵-۱- مراحل استخراج نقطه‌ی ابری ..... ۳۵
- ۵-۲- انواع سورفکتانت‌ها ..... ۳۶
- ۵-۳- عوامل موثر بر استخراج نقطه‌ی ابری ..... ۳۷
- ۵-۴- مزایای روش استخراج نقطه‌ی ابری ..... ۳۸
- ۵-۵- کاربرد استخراج نقطه ابری ..... ۳۸
- ۶- میکرواستخراج قطره‌ی تنها ..... ۳۹
- ۶-۱- میکرو استخراج با قطره ..... ۴۰
- ۶-۱-۱- مزایای میکرواستخراج با قطره ..... ۴۱
- ۶-۱-۲- عیب میکرواستخراج با قطره ..... ۴۱
- ۶-۱-۳- انواع روشهای میکرواستخراج با قطره ..... ۴۱
- ۶-۲- میکرواستخراج قطره‌ی تنها به صورت مستقیم ..... ۴۲
- ۶-۳- میکرواستخراج قطره‌ی تنها در فضای فوقانی ..... ۴۳

---

---

۴۴	۶-۴- میکرواستخراج مایع- مایع- مایع
۴۶	۶-۴-۱- عوامل موثر در استخراج
۴۶	۶-۴-۲- کاربرد
۴۷	۶-۵- میکرواستخراج جریان پیوسته
۴۹	۶-۵-۱- کاربردهای روش میکرواستخراج با جریان پیوسته
۴۹	۶-۵-۲- عوامل موثر بر روش میکرواستخراج با جریان پیوسته
۵۱	۷- میکرواستخراج قطره‌ای آلی شناور تجمعی
۵۲	۷-۱- ویژگیهای حلال استخراجی
۵۲	۷-۲- مزیت روش
۵۲	۷-۳- معایب روش
۵۳	۸- میکرواستخراج فاز مایع با هالوفایبر
۵۳	۸-۱- انواع روشهای میکرواستخراج مایع با فایبر توخالی
۵۵	۸-۲- فاکتورهایی که بر روی این نوع استخراج تأثیر دارند
۵۵	۸-۳- عاملهای شلاتهکننده‌ی آلی
۵۶	۸-۴- کاربردهای روش میکرواستخراج فاز مایع با هالوفایبر
۵۷	۹- میکرواستخراج مایع مایع پخشی
۵۷	۹-۱- میکرواستخراج مایع - مایع پخشی
۵۹	۹-۱-۱- عوامل موثر بر بازده استخراج
۵۹	۹-۱-۲- کاربردهای میکرواستخراج مایع - مایع پخشی
۵۹	۹-۱-۳- مزایای این روش
۶۰	۹-۱-۴- مقایسه‌ی میکرواستخراج مایع مایع پخشی از نظر زمان استخراج
۶۰	۹-۱-۵- محاسبه‌ی فاکتورهای موثر در روش میکرواستخراج مایع مایع پخشی
۶۱	۹-۲- میکرواستخراج تجمعی با واحد سرما
۶۳	۱۰- استخراج بر اساس امواج میکروویو
۶۳	۱۰-۱- مزایای روش استخراج با امواج میکروویو
۶۵	۱۱- روش‌های جدا کردن مایع

---

---

۶۵	۱۱-۱- استخراج مایع - گاز
۶۵	۱۱-۲- استخراج مایع - جامد
۶۶	۱۲- استخراج سیال فوق بحرانی
۶۹	۱۳- استخراج با مگنت
۷۲	۱۴- استخراج آب فوق بحرانی
۷۳	۱۵- روشهای استخراج گاز
۷۳	۱۵-۱- استخراج فضای فوقانی ساکن
۷۴	۱۵-۲- فضای فوقانی لایه‌ی نازک
	۱۶- کاربرد میکرواستخراج مایع - مایع پخشی در یک لوله باریک برای استخراج و پیش تغلیظ ترکیب های آرومات یک بنزنی از نمونه های آب میوه قبل از اندازه گیری آن ها با کروماتوگرافی گازی موئینه ۷۵
۷۵	۱۶-۱- دستگاهها
۷۶	۱۶-۲- چگونگی انجام فرایند میکرواستخراج
۷۷	۱۶-۳- نتیجه ها و بحث
۷۸	۱۶-۳-۱- انتخاب حلال استخراجی
۷۸	۱۶-۳-۲- انتخاب حلال پخشی
۸۰	۱۶-۳-۳- اثر حجم حلال استخراجی
۸۱	۱۶-۳-۴- اثر حجم حلال پخشی
۸۲	۱۶-۳-۵- بهینه سازی حجم نمونه
۸۳	۱۶-۳-۶- اثر نمک
۸۴	۱۶-۳-۷- اثر pH محلول
۸۵	۱۶-۳-۸- عامل های تجزیه ای روش میکرواستخراج پیشنهادی
۸۶	۱۶-۴- اندازه گیری نمونه های حقیقی
۸۷	۱۶-۵- نتیجه گیری
۸۸	منابع

## فهرست اشکال

- شکل ۱- تصویر کشش یونی برای میکرواستخراج با فاز جامد. .... ۲
- شکل ۲- شمایی از یک کارتریج مورد استفاده در استخراج با فاز جامد. .... ۴
- شکل ۳- مراحل میکرواستخراج با فاز جامد. .... ۶
- جدول ۱- انواع فازهای پیوندی. .... ۷
- شکل ۴- نمودار پیشرفت میکرواستخراج با فاز جامد از سال ۲۰۰۰. .... ۱۱
- شکل ۶- نمایش پوششهای پلیمری بر اساس قطبیت. .... ۱۷
- شکل ۷- شمایی از روش الکترو-میکرواستخراج با فاز جامد. .... ۲۱
- شکل ۸- بازده استخراج متامفتالین (A) با اعمال پتانسیل (B) بدون اعمال پتانسیل. .... ۲۴
- شکل ۹- ولتاژمتری چرخهای با مغز مداد برای محلول متامفتالین. .... ۲۵
- شکل ۱۰- اثر نمک بر بازده استخراج. .... ۲۶
- شکل ۱۱- اثر pH بر بازده استخراج. .... ۲۷
- شکل ۱۲- اثر زمان واکنش بر بازده استخراج. .... ۲۸
- شکل ۱۳- اثر دمای واجذبی. .... ۲۹
- شکل ۱۴- کروماتوگرام شکل (A) میکرواستخراج با فاز جامد با فایبر پلیآکریلات (B) الکترو- میکرواستخراج با فاز جامد. .... ۳۰
- شکل ۱۵- فایبر پلیمری قالب مولکولی (A) قبل از (B) بعد از (۱) فایبر در قالب (۲) قالب شیشه‌ای (۳) فایبر در داخل سرنگ استخراجی (۴) نیدل درونی (۵) نیدل بیرونی. .... ۳۲
- شکل ۱۶- تصویر SEM مربوط به فایبر پلیمر قالب مولکولی همراه با آنالیت و متاکریلیکاسید و اتیلن گلیکول دیمتاکریلات (a) ۶۰ میلیلیتر (b) ۳۰ میلیلیتر (c) ۱۵ میلیلیتر (d) ۳۰ میلیلیتر کلروفورم. .... ۳۳
- شکل ۱۷- کروماتوگرام (A) با فایبر پلیمر قالب مولکولی (B) فایبر بدون پلیمر قالب مولکولی. .... ۳۴
- شکل ۱۸- میکرواستخراج قطره‌ای تنها. .... ۴۰
- شکل ۱۹- میکرواستخراج مایع-مایع-مایع. .... ۴۵
- شکل ۲۰- (A) میکرواستخراج قطره به صورت مستقیم (B) میکرواستخراج قطره در فضای فوقانی (C) میکرواستخراج مایع-مایع-مایع. .... ۴۷

- 
- شکل ۲۱- میکرواستخراج با جریان پیوسته..... ۴۸
- شکل ۲۲- میکرواستخراج جریان چرخهای..... ۴۹
- شکل ۲۳- (A) دوفازی (B) سهفازی..... ۵۳
- شکل ۲۴- میکرواستخراج مایع- مایع پخشی..... ۵۸
- شکل ۲۵- میکرواستخراج تجمعی با واحد سرما (a) قبل از افزایش مایع یونی (b) بعد از افزایش مایع یونی (c) بعد از سرد کردن و جدایی فاز (d) بعد از سانتریفوژ (e) بعد از برداشتن فاز آبی..... ۶۲
- شکل ۲۶- استخراج با امواج میکروویو..... ۶۴
- شکل ۲۷- وسیله‌ی اندازه‌گیری استخراج با سیال فوق بحرانی..... ۶۷
- شکل ۲۸- گیراندازی حلال در استخراج سیال فوق بحرانی..... ۶۸
- شکل ۲۹- استخراج با مگنت..... ۷۱
- شکل ۳۰- استخراج فضای فوقانی ساکن..... ۷۳
- شکل ۳۱- شمایی از مراحل میکرواستخراج و تغلیظ نمونه و انتقال به دستگاه GC..... ۷۷
- شکل ۳۲- اثر نوع حلال پخشی بر بازده استخراج BTEX به دست آمده از کروماتوگرافی..... ۷۹
- شکل ۳۳- اثر حجم حلال استخراجی بر بازده استخراج BTEX بدست آمده از کروماتوگرافی..... ۸۰
- شکل ۳۴- اثر حجم حلال پخشی بر بازده استخراج BTEX به دست آمده از کروماتوگرافی..... ۸۲
- شکل ۳۵- اثر نمک بر بازده استخراج BTEX به دست آمده از کروماتوگرافی..... ۸۴

---

---

## فهرست جداول

- جدول ۱- انواع فازهای پیوندی. .... ۷
- جدول ۲- پوششهای فایبری همراه با ضخامت و کاربرد. .... ۱۷
- جدول ۳- مشخصه‌های آنالیتیکی استفاده از دو نوع فایبر در الکترو-میکرواستخراج با فاز جامد. .... ۳۱
- جدول ۴- مقایسه‌ی میکرواستخراج مایع- مایع پخشی با سایر روشها. .... ۶۰
- جدول ۵- خصوصیات فیزیکی ترکیبات معمول مورد استفاده به عنوان سیال فوق بحرانی. .... ۶۶
- جدول ۶- ارقام شایستگی روش DLLME پیشنهادی برای اندازه‌گیری ترکیب های BTEX.... ۸۶

استحصال یک گونه‌ی شیمیایی از نمونه‌های طبیعی یا آزمایشگاهی به منظور آنالیز یا کاربرد دارویی، خوراکی و صنعتی آنها مستلزم حذف سایر گونه‌های شیمیایی همراه در داخل نمونه است. به بیان دیگر همواره لازم است که گونه‌ی شیمیایی مورد نیاز خالص‌سازی شده سپس برای اهداف نامبرده مورد استفاده قرار گیرد. کلیه‌ی اعمال و فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی که در این راستا به‌کار می‌روند، به‌نام روش‌های جداسازی نامیده می‌شوند. از روش‌های جداسازی می‌توان ته‌نشینی، نوبلورسازی، انجماد، تبخیر، تقطیر، استخراج مایع-مایع، استخراج فاز جامد، استخراج قطره‌ای، میکرواستخراج با فاز جامد، استخراج با گاز، مبادله‌ی یونی، جذب سطحی، کروماتوگرافی، الکتروکروماتوگرافی، الکترودیالیز، دیالیز و ... نام برد. استخراج مایع-مایع به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک تکنیک پیش‌تیمار برای جداسازی و پیش‌تغلیظ آنالیت در نمونه‌های آبی برای ترکیبات آلی و معدنی استفاده می‌شود. با این وجود این تکنیک دارای چندین نقطه‌ضعف از جمله تشکیل امولوسیون، استفاده از حجم زیاد حلال، گرانی روش و دشواری در اجرای روش می‌باشد. از این رو نیاز به دست‌بندی نمودن استخراج مایع-مایع شد. تلاش‌های مستمر برای استفاده از روش استخراج مایع مایع که نیاز به حجم کم استخراج‌کننده و تعداد مراحل کمتر داشته باشد منجر به ایجاد سه روش زیر شد:

(۱) میکرواستخراج قطره‌ی تنها<sup>۱</sup>

(۲) میکرواستخراج فاز مایع با فایبرتوخالی<sup>۲</sup>

(۳) میکرواستخراج مایع-مایع پخشی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> Single-drop microextraction (SDME)

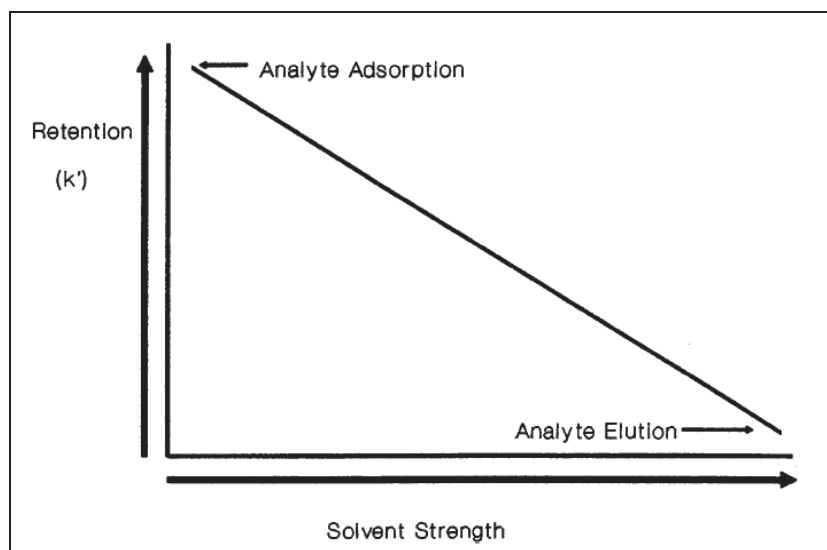
<sup>۲</sup> Hollow fiber liquid phase microextraction (HF-LPME)

<sup>۳</sup> Dispersive liquid-liquid phase microextraction (DLLME)



## ۱- استخراج با فاز جامد<sup>۱</sup>

این روش برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ برای آنالیز آنالیت‌های آلی در آب انجام شد که در این روش از کربن‌ها به عنوان جاذب و از حلال‌های آلی به عنوان فاز شویشی استفاده شده است. شکل ۱ تغییرات بازداری آنالیت بر نیروی یونی حلال را نشان می‌دهد. مکانیسم استخراج با فاز جامد همانند استخراج مایع-مایع می‌باشد. استفاده‌ی ستون‌های تجارتهی استخراج با فاز جامد در سال ۱۹۷۰ معرفی شد، که شمایی از آن در شکل ۲ نشان داده شده است. از آن زمان این روش به سرعت رشد کرده و به طور موفقیت‌آمیزی از فازهای سیلیکاژل پیوندی نیز به عنوان جاذب استفاده شده است. این روش یکی از محبوب‌ترین روش‌های پیش‌تخلیظ نمونه می‌باشد.

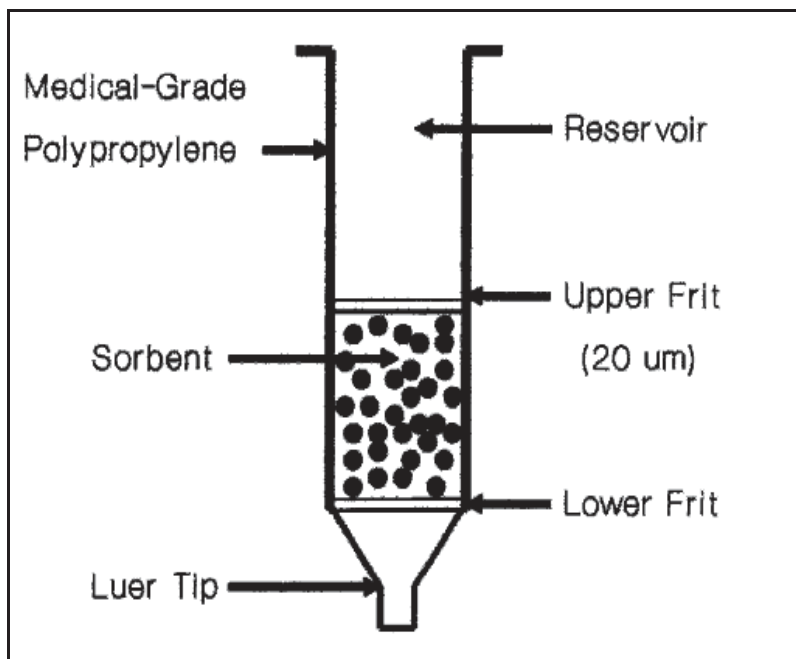


شکل ۱- تصویر کشش یونی برای میکرواستخراج با فاز جامد.

<sup>۱</sup> - Solid phase extraction

## ۱-۲- دلایل جایگزینی استخراج با فاز جامد با استخراج مایع- مایع

- ۱- نیاز به مقدار زیاد حلال آلی را حذف می‌کند.
- ۲- در این روش برای انتقال آنالیت یک کارتریج کوچک نیاز است در حالی که استخراج مایع- مایع به بطری‌های شیشه‌ای زیاد آزمایشگاهی نیاز دارد.
- ۳- استفاده از این روش آسان است و با استفاده از یک کارتریج تنها انجام می‌شود.
- ۴- ذرات چربی در آب تشکیل شده در استخراج مایع- مایع برای نمونه‌های بیولوژیکی و آب فاضلاب مشکل‌ساز می‌باشد.
- ۵- کم کردن مقدار حلال‌های آلی برای استخراج کامل ضروری می‌باشد و خطر کم کردن حلال وجود ندارد.
- ۶- کارتریج مورد استفاده در این روش نسبتاً ارزان است و حدوداً ۱۰-۵ برابر پایین‌تر از قیمت مربوط به استخراج مایع- مایع می‌باشد و همچنین این کارتریج‌ها می‌توانند بازیابی شده و برای آزمایش‌های دیگر استفاده شوند.
- ۷- کارتریج ساخته شده از جنس پلی‌پروپیلن می‌باشد، بنابراین آلودگی که رخ می‌دهد بسیار ناچیزتر از ظروف شیشه‌ای می‌باشد.
- ۸- انعطاف‌پذیری استخراج با فاز جامد بیشتر از استخراج مایع- مایع می‌باشد. حلال‌های قابل دسترس برای این روش بی‌حد و حصر است، اما برای استخراج مایع- مایع محدود و حلال‌های به شدت آبدوست نیاز می‌باشد. به علاوه گستره‌ی انتخابی بودن حلال‌های مورد استفاده در استخراج فاز جامد بهترین نوع انتخابی بودن را برای این روش فراهم می‌نماید [۱].



شکل ۲- شمایی از یک کارتریج مورد استفاده در استخراج با فاز جامد.

استخراج با فاز جامد در چهار مرحله انجام می‌شود. (شکل ۳)

### ۱-۳- مراحل انجام استخراج با فاز جامد

#### ۱) آماده سازی

برای آماده‌سازی یک حلال آلی از میان فاز جامد در داخل کارتریج عبور داده می‌شود. فاز جاذب، جامد خشک است که اغلب دارای زنجیرهای  $C_{18}$  که این کربن‌ها در هم فرو رفته‌اند و بایستی باز شده تا مقدار روزنه‌هایی که آنالیت در آن قرار می‌گیرد به بیشترین مقدار برسد، برای این کار حلال آلی می‌تواند متانول یا اتانول باشد.

#### ۲) جذب آنالیت روی فاز جامد

---

---

در مرحله دوم آنالیت را آرام آرام و به طور پیوسته به داخل فاز جامد عبور می دهند، از طرف دیگر هم پمپ خلاء به کارتریج متصل می باشد.

### ۳) شستشو

شستشو به وسیله ی حلالی که خود آنالیت را نمی شوید، فقط مزاحمت هایی را که همراه با آنالیت در فاز جامد جذب شده اند را پاک می کند که با این عمل مزاحمت ها را خارج می سازیم. در این مرحله نیاز به تنظیم pH وجود دارد، که برای مثال اگر شویش آنالیتی در pH قلیایی صورت گیرد مرحله شستشو باید دارای محیط اسیدی باشد.

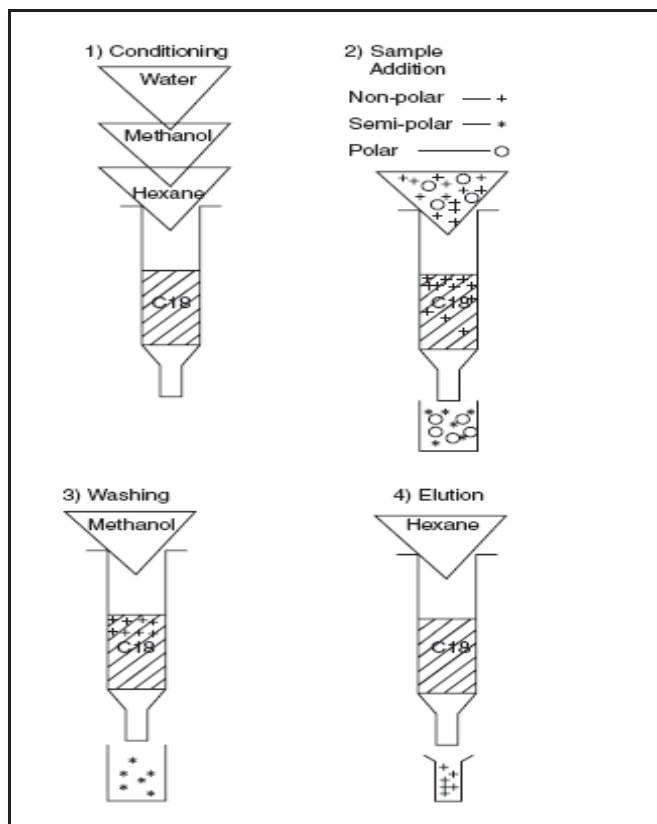
### ۴) شویش

در این مرحله از یک فاز آلی جهت شویش استفاده می شود که ذرات آنالیت موجود در فاز جامد جاذب را استخراج می کند.

## ۱-۴- هدف از استخراج با فاز جامد

۱- تغلیظ

۲- آماده سازی



شکل ۳- مراحل میکرواستخراج با فاز جامد.

#### ۱-۵- خصوصیات فاز جامد

- ۱- پایداری شیمیایی داشته باشد.
- ۲- قابلیت جذب و واجذبی انتخابی داشته باشد.
- ۳- اندازه‌ی ذرات کوچک باشد تا سطح تماس بیشتر باشد.
- ۴- تکرارپذیر جذب و واجذب باشد.
- ۵- فاز جامد جاذب خالص بوده و ناخالصی نداشته باشد.

## ۱-۶- انواع فازهای جامد

### ۱- سیلیکاژل

فاز جاذب سیلیکاژل بسیار قطبی می‌باشد که معمولاً عمل جذب در آن به صورت برگشت‌ناپذیر بوده به این دلیل قابلیت انتخابی نداشته و کمتر استفاده می‌شود. برای رفع این عیب به جای گروه‌های OH در سیلیکاژل گروه‌های دیگری جایگزین می‌شوند، که به این گروه‌ها فازهای پیوندی گفته می‌شود. جدول ۱ انواع فازهای پیوندی را که به عنوان فاز جامد در روش استخراج با فاز جامد استفاده می‌شوند را نشان می‌دهد.

### جدول ۱- انواع فازهای پیوندی.

سیلیکاژل		
C <sub>18</sub>	اکتادسیل	کاملاً غیر قطبی
C <sub>8</sub>	اکتیل	غیر قطبی
C <sub>6</sub>	اتیل	نسبتاً قطبی
CH	سیکلو هگزین	کاملاً غیر قطبی
PH	فنیل	غیر قطبی
-CN	سیانوپروپیل	قطبی
-NH <sub>2</sub>	آمینو	قطبی

### ۲- جاذب پلیمری

مثال نوعی از این پلیمرها که بیشتر استفاده می‌شود، پلی‌دی‌وینیل‌بنزن می‌باشد.

---

پلیمرهای قالب مولکولی<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۸ کشف شد. این مولکول به شکل خاص می‌باشد، که آنالیت‌ها در داخل آن قرار می‌گیرند هر کدام از پلیمرها آنالیت‌های خاص را جذب می‌کنند که اساس کار پلیمرهای قالب مولکولی می‌باشد [۲].

### ۳- کربن (گرافیت)

#### ۱-۷- ویژگی‌های پلیمرهای قالب مولکولی

- ۱- به آسانی تهیه می‌شوند.
- ۲- پایداری شیمیایی و دمای بالا دارند.
- ۳- امکان تهیهی آن‌ها در اشکال مختلف و تهیهی آنها در شرایط متفاوت وجود دارد.
- ۴- برای ترکیبات بیومولکولی می‌تواند استفاده شود.
- ۵- نگهداری آنها برای مدت زمان طولانی، بدون هیچ تغییر در خواص شیمیایی و فیزیکی وجود دارد.

مقدار فاز جامد مورد استفاده در استخراج فاز جامد ۰/۵ گرم است.

در استخراج فاز جامد حجم رسوخ<sup>۲</sup> عنوان می‌شود که حجم فاز آبی که از کارتریج عبور داده می‌شود بدون اینکه آنالیت شسته و خارج شود، این حجم به ظرفیت فاز جاذب و همچنین غلظت آنالیت در فاز آلی بستگی دارد.

---

<sup>۱</sup> Molecularly Imprinted Polymer

<sup>۲</sup> Break through volume

## ۸-۱- مزایای روش

- ۱- فاز جاذب جامد است.
- ۲- مقادیر مصرفی حلال آلی ناچیز است.
- ۳- فاکتور تغلیظ بالاست.
- ۴- امکان تغلیظ نمونه‌ی رقیق شده وجود دارد.
- ۵- امکان استفاده آسان وجود دارد.
- ۶- مواد مورد استفاده، آلوده‌کننده‌های محیط زیست نمی‌باشند.

## ۹-۱- کاربردهای استخراج با فاز جامد

- ۱- استخراج و تغلیظ انواع کاتیون‌های فلزی
- ۲- استخراج و تغلیظ ترکیبات آلی مختلف
- ۳- استخراج و تغلیظ ترکیبات دارویی
- ۵- استخراج و تغلیظ آلاینده‌های محیط زیست

## ۱۰-۱- عوامل موثر بر استخراج با فاز جامد

- ۱- pH محلول: برای حذف کامل مزاحمت‌ها و استخراج انتخابی آنالیت‌ها بایستی بهینه‌سازی شود.
- ۲- نوع حلال: بسته به نوع آنالیت برای جداسازی حلال‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ۳- حجم جذب و واجذبی نمونه: هر چه مقدار جذب و واجذبی آنالیت از جاذب برابر باشد به عبارتی مقدار آنالیت جذبی با مقدار واجذبی آن از جاذب برابر باشد مقدار بازده استخراج بیشتر می‌شود.